



Canoas, v. 16, n. 1, 2022

 <http://dx.doi.org/10.18316/rca.v16i1.6939>

## USO DA PEGADA DE CARBONO COMO FERRAMENTA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA EMPRESA ALIMENTÍCIA DE SORVETES

João Francisco de Sousa Soares<sup>1</sup>

Francisco de Tarso Ribeiro Caselli<sup>2</sup>

Rafael Diego Barbosa Soares<sup>3</sup>

Maria do Socorro Ferreira dos Santos<sup>4</sup>

### RESUMO

O presente trabalho investigou os ganhos da aplicação da Produção mais limpa utilizando a Pegada de Carbono como Ferramenta em uma indústria alimentícia de sorvetes localizada na capital do estado do Piauí com a finalidade de aumentar a eficiência do processo e reduzir os custos. O cálculo da pegada de carbono foi realizado em cada etapa do processo produtivo pelo período de um mês, levando-se em consideração a massa dos principais gases emitidos ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ). O cálculo do total de kWh/mês se deu pelo produto entre as horas/mês que o equipamento funciona em função da potência em kW de cada equipamento. Os resultados demonstraram que é possível uma economia por parte das finanças em razão da redução dos custos pagos em energia elétrica de 37% e redução de emissões de Gases de Efeito Estufa de 41%.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Gases de Efeito Estufa; Redução de Custos.

### ABSTRACT

Using the carbon footprint as a cleaner production tool in a food company in a ice cream. The present work investigated the gains from the application of cleaner production using the carbon footprint as a tool in a ice cream food store located in the capital of the state of Piauí with the purpose to increase the efficiency of the process and reduce costs. The carbon footprint calculation was performed at each stage of the production process for a period of one month, taking into account the mass of the main gases emitted ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  and  $\text{N}_2\text{O}$ ). The calculation of the total kWh / month was made by the product between the hours / month that the equipment works according to the power in kW of each equipment. The results showed that savings on the part of finance are possible due to the 37% reduction in costs paid for electricity and a 41% reduction in greenhouse gas emissions.

**Keywords:** Sustainability; Greenhouse Gases; Cost Reduction.

1 Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, PI, Brasil. E-mail para correspondência: [jfranciscosoares@uol.com.br](mailto:jfranciscosoares@uol.com.br).

2 Doutor em Ciências Ambientais, Professor Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, PI, Brasil. E-mail para correspondência: [tarso.caselli@ufpi.edu.br](mailto:tarso.caselli@ufpi.edu.br)

3 Doutor em Ciências Ambientais, Professor Instituto Federal do Amazonas - IFMA, Teresina, PI, Brasil. E-mail para correspondência: [rafaeldiegobarbosa@hotmail.com](mailto:rafaeldiegobarbosa@hotmail.com)

4 Doutora em Eng. Química, Professora Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, PI, Brasil. E-mail para correspondência: [socorroferreira@ufpi.edu.br](mailto:socorroferreira@ufpi.edu.br)

## INTRODUÇÃO

A busca por processos ambientalmente mais sustentáveis é um objetivo comum nas grandes corporações e visto como estratégia de fortalecimento de seu posicionamento global. Dentro deste contexto foram criadas diversas metodologias que buscam promover a sustentabilidade dos processos produtivos e dentre elas podemos destacar a Produção Mais Limpa - P+L.

A P+L tem como objetivo utilizar estratégias ambientais que melhorem a eficiência do uso dos recursos empregados como água, energia e matéria prima de forma a reduzir a geração de resíduos, efluentes e emissões visando reduzir os riscos para ser humano e meio ambiente (Ashford, 1994; Fernandes et al., 2016).

A metodologia P+L pode usar diferentes técnicas e ferramentas de gestão ambiental que possibilitem mensuração e tomada de decisão sobre usos dos recursos e impactos ambientais. Uma ferramenta amplamente empregada é a Pegada de Carbono/*Carbo Footprint* - CF.

Segundo França et al. (2019) a pegada de carbono contabiliza as emissões de CO<sub>2</sub>eq da soma das emissões de CO<sub>2</sub> junto às emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O realizando a conversão em relação ao seu potencial de aquecimento em relação ao CO<sub>2</sub> considerando estes os Gases de Efeito Estufa – GEE utilizando como base de dados o Painel Intergovernamental de Sobre Mudanças Climáticas/ *Intergovernmental panel on climate change* – IPCC. Essa ferramenta se mostra de fácil aplicação de planejamento e consumo de energia conforme estudo de Coelho Junior, Martins e Carvalho (2019) podendo auxiliar na redução dos custos de produção.

Embora as grandes organizações sejam as que possuem maior potencial de causar danos ambientais devemos considerar as micro e pequenas empresas – MPEs como *players* importantes na busca pela sustentabilidade devido aos ganhos ambientais e ganhos econômicos, pois como explica Staniškis, (2011) estes podem ser obtidos ao se utilizar um sistema de Produção Mais Limpa – P+L tendo a CF como ferramenta de auxílio a tomada de decisão.

A aplicação da P+L em MPEs enfrenta dificuldades, devido a estas não disporem, em sua maioria, de tempo e capital disponível para investir em cursos de formação sobre o tema. Além disso, são poucas as intervenções direcionadas a esta temática, sendo necessário desenvolver ações que estimulem e facilitem a implantação da P+L por estas, a exemplo de outros países (Oliveira Neto et al., 2017). Complementando esse pensamento, Feitosa e Correa (2017) apontam que apesar das dificuldades as empresas encontram estímulo para investir na aplicação destas ferramentas com a finalidade de obter vantagens competitivas, como acesso ao mercado externo e confiança do consumidor.

Incorporado a esse universo está a indústria de sorvetes no Brasil, que segundo a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvete – ABIS (2020), tem faturamento superior a R\$ 13 bilhões por ano sendo que 92% das organizações são MPEs. Esse dado demonstra a importância do setor economicamente, como também a relevância das micro e pequenas empresas para o segmento.

O processo de produção de sorvetes utiliza de forma intensiva energia elétrica e gás liquefeito de petróleo – GLP são fontes de geração de emissões de GEEs (Melquíades et al., 2019), deste modo, aplicação de técnicas de P+L pode contribuir para sustentabilidade do processo de fabricação de sorvetes.

Neste contexto o presente trabalho busca demonstrar os ganhos da aplicação da P+L por meio da CF de forma a contribuir para a redução de custos e otimização do processo de produção de uma MPE, a partir do estudo de caso de uma empresa do ramo alimentício da produção de sorvetes e derivados como forma de estimular sua adoção por outras empresas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa exploratória de natureza aplicada tendo como procedimento o estudo de caso de uma indústria de pequeno porte de produção de sorvetes na cidade de Teresina capital do Piauí. A coleta de dados se deu por método de observação *in loco* do processo produtivo que foi mapeado e as etapas subdivididas. Os dados foram obtidos diretamente com o gerente/proprietário da empresa. Para o cálculo da emissão dos GEEs foram utilizados fatores de emissão com base no *Global Emissions Model for Integrated Systems* – GEMIS (2017) disponível em <<https://ndcpartnership.org/toolbox/global-emission-model-integrated-systems-gemis>> de e GHG Protocol disponível em <<https://ghgprotocol.org/Third-Party-Databases/GEMIS>> por serem ferramentas abertas que apresenta uso em outros estudos como os Guezuraga et al. (2012), Maccarty e Bryden (2016), e Ayalla-Chauvin et al. (2021), entre outros. Os fatores usados para o cálculo da massa de GEE realizada em estudo de pegada de carbono são encontrados na tabela 1.

**Tabela 1.** Fatores aplicados para o cálculo de GEEs (Gemis, 2017).

Fatores de emissão para energia hidroelétrica	Kg/kWh
CO <sub>2eq</sub>	0,715
CO <sub>2</sub>	0,31
CH <sub>4</sub>	0,0135
Fatores de emissão para carro genérico	Kg/Km
CO <sub>2eq</sub>	0,35041
CO <sub>2</sub>	0,34447
CH <sub>4</sub>	0,000154
N <sub>2</sub> O	0,000005
Fatores de emissão para fogão industrial	Kg/kWh
CO <sub>2eq</sub>	0,52254
CO <sub>2</sub>	0,50185
CH <sub>4</sub>	0,00059647
N <sub>2</sub> O	0,000010557

O cálculo da pegada de carbono foi realizado em cada etapa do processo produtivo pelo período de um mês, levando-se em consideração a massa dos principais gases emitidos (CO<sub>2eq</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) e sua participação direta de aquecimento global no meio ambiente (IPCC, 2006). O cálculo é realizado para

todo processo produtivo do sorvete, para isso, será utilizado como base os fatores determinados. Por meio da observação in loco levantou-se os equipamentos utilizados no sistema produtivo, tempo de operação de cada equipamento, quantidade produzida de sorvete em cada etapa e o consumo médio mensal em kWh.

Para a interpretação dos resultados foram analisadas as atividades realizadas desde a aquisição da matéria prima até a etapa final do processo, bem como sua relação e influência direta na emissão dos GEEs onde foi utilizado o Software do GEMIS 4.9. A tabela 2 detalha os principais processos ocorridos durante a produção e armazenamento do sorvete, os insumos empregados e os GEEs emitidos em cada etapa:

**Tabela 2.** Processos produtivos do sorvete e insumos utilizados e GEEs emitidos.

Insumos	Processo produtivo	GEEs emitidos
Combustível Energia	Transportar Matéria Prima	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O
Emulsificante Estabilizante Leite Açúcar	Bater as caldas para preparar o sorvete	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O
Caldo do Sorvete	Maturar a calda para incorporação dos sólidos	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O
Calda Maturada Embalagem	Produzir massa do sorvete	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O
Embalagem Sorvete	Armazenar	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O

Os resultados encontrados foram analisados com base no fator de emissão para se estimar a quantidade de gases emitidos pela indústria de sorvetes e baseado nos resultados foi elaborado um plano de ação para reduzir as emissões e melhorar o processo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estimativa das Emissões no Processo

A medição do tempo nas etapas do processo teve como objetivo estimar a emissão de GEEs do processo por etapas. A tabela 3 apresenta a quantidade de energia, em kWh/mês, utilizada no sistema de produção de sorvete na indústria:

**Tabela 3.** Consumo de energia no sistema produtivo.

Equipamento	Potência	Quantidade	Total (W)	H/Mês	Kw	Kwh/Mês
Produtora de sorvete trifásica	9 HP	1	6.750	80	6,75	540
Liquidificador industrial trifásico 100 l	2 HP	1	1.500	50	1,5	75
Liquidificador industrial 25 l	¾ HP	1	550	20	0,55	11
Torre de resfriamento	2 HP	1	1.500	80	1,5	120
Tina de maturação trifásica	1 HP	1	750	120	0,75	90
Máquina produtora de casquinhas	1 HP	2	1.500	80	1,5	120
Freezer 500 l	190 W	10	1.900	500	1,9	950
Freezer 300 l	130 W	2	260	500	0,26	130
Geladeira 280 l	140 W	1	140	500	0,14	70
Lâmpadas fluorescentes	15 W	10	150	20	0,15	3
TOTAL			15.000	1.950	15	2.109

A tabela 3 mostra que o total de kWh/mês ocorreu pelo produto entre as horas/mês que o equipamento trabalha em função da potência em kW de cada aparelho, e isso significa que o consumo de energia em um processo está diretamente relacionado à quantidade de horas trabalhadas ou ao tempo de funcionamento dos equipamentos ligados ao sistema, durante o processo produtivo.

Alguns equipamentos, como freezers e geladeira não variam o consumo em relação à quantidade produzida. Esses aparelhos variam o consumo somente em função da temperatura externa, quanto maior o calor, maior o consumo. Essa razão pode variar também em função da carga que esteja carregada no freezer.

A tabela 4 mostra o cálculo da quantidade de GEEs mensalmente emitidos pela indústria de sorvete em estudo, considerando os equipamentos que fazem uso de energia hidroelétrica. O que se pode observar é que o consumo de energia está relacionado à potência e à quantidade de equipamentos ligados. Verifica-se, por exemplo, que a Produtora de sorvete Trifásica emite uma quantidade grande de CO<sub>2</sub> devido sua potência que é de 6,75 kWh. Destacam-se também os freezers, em razão de sua quantidade (12), ocasionam uma emissão maior. Essa quantidade de emissão de GEEs está relacionada à quantidade de horas de funcionamento destes.

Além dos cálculos em razão dos equipamentos elétricos apresentados na tabela 4, existe outro fator importante na emissão desses gases, revelado pelo consumo de combustível pelo veículo automotor utilizado nos transportes da empresa, como apresenta a tabela 5.

**Tabela 4.** Emissão de GEEs por equipamentos elétricos.

Equipamento	CO <sub>2eq</sub> (Kg)	CO <sub>2</sub> (Kg)	CH <sub>4</sub> (Kg)
Produtora de sorvete trifásica	386,10	167,40	7,29
Liquidificador industrial trifásico 100 l	53,625	23,25	1,0125
Liquidificador industrial 25 l	7,865	3,41	0,1485
Torre de resfriamento	85,80	37,20	1,62
Tina de maturação trifásica	64,38	27,90	1,215
Máquina produtora de casquinhas	85,80	37,20	1,62
Freezer 500 l	679,25	294,50	12,825
Freezer 300 l	92,95	40,30	1,755
Geladeira 280 l	50,05	21,70	0,945
Lâmpadas fluorescentes	2,145	0,93	0,0405
<b>TOTAL</b>	<b>1.507,965</b>	<b>653,79</b>	<b>28,4715</b>

**Tabela 5.** Emissão de GEEs pelo veículo da empresa.

Dados do Carro	<b>Green House Gases – Carro – Genérico p/ países em desenvolvimento</b>		
Km/mês: 1.600			
Consumo em Km/l: 8	Emissões (Kg/Km)		Total carro (Kg/mês)
Quantidade de litros: 200			
	CO <sub>2eq</sub>	0,35041	70,082
	CO <sub>2</sub>	0,34447	68,894
	CH <sub>4</sub>	0,000154	0,0308
	N <sub>2</sub> O	0,000005	0,0001
<b>TOTAL</b>			<b>139,0069</b>

Os resultados encontrados na tabela 5 mostram a emissão de N<sub>2</sub>O em valor não significativo. Segundo BiodieselBR (2006), este resultado se deve ao uso de gasolina comum (78% de gasolina de gasolina bruta, adicionado 22% de álcool anidro).

Embora não sendo utilizado diretamente no processo produtivo do sorvete, a empresa faz uso de um fogão industrial, que também emite certa quantidade de GEEs, conforme destacado nas tabelas 6 e 7.

**Tabela 6.** Dados do consumo do fogão industrial.

<b>Dados do Fogão Industrial</b>	
Potência em kW	0,783
Horas por mês	40
Total em kWh por mês	31,32

A tabela 7 demonstra os cálculos de emissões de GEEs emitidos com base nos dados constantes da tabela 6.

**Tabela 7.** Dados das emissões do fogão industrial.

<b>Emissões do Fogão Industrial</b>		
Emissão	Emissões (Kg/kWh)	Total do fogão (Kg/mês)
CO <sub>2eq</sub>	0,52254	16,36595
CO <sub>2</sub>	0,50185	15,71794
CH <sub>4</sub>	0,00060	0,01868
N <sub>2</sub> O	0,00001	0,00033

Os resultados encontrados na tabela 7 estão dentro dos padrões estabelecidos, observando-se que o fator de CO<sub>2eq</sub> é bem inferior que nos equipamentos elétricos. Já para o CO<sub>2</sub>, o fator nos equipamentos elétricos é bem menor. Porém, numa análise geral, ambos os fatores determinam a mesma massa de GEEs.

Os resultados encontrados na empresa estudada em relação à emissão GEEs estão tabulados e resumidos na tabela 8. De acordo com os resultados citados, os GEEs gerados no processo produtivo da indústria de sorvetes foi de 2.361,59 Kg/mês o que demonstra que apesar de ser uma MPE a empresa gera uma quantidade significativa de GEEs que pode ser reduzida. De Miranda et al. (2014) alertam para a importância de se desenvolver combustíveis com menor potencial poluente sendo desse modo buscar melhorias para reduzir as emissões proveniente destes.

**Tabela 8.** Quantidade de GEE's gerados na indústria de sorvetes.

Item	Gás	GEE <sub>g,a</sub> Kg/mês
Elétrico	CO <sub>2eq</sub>	1.507,965 Kg/mês
	CO <sub>2</sub>	654,04 Kg/mês
	CH <sub>4</sub>	28,4715 Kg/mês
Combustível	CO <sub>2eq</sub>	70,08 Kg/mês
	CO <sub>2</sub>	68,89 Kg/mês
	CH <sub>4</sub>	0,03 Kg/mês
	N <sub>2</sub> O	0,0001 Kg/mês
Fogão industrial	CO <sub>2eq</sub>	16,37Kg/mês
	CO <sub>2</sub>	15,72 Kg/mês
	CH <sub>4</sub>	0,02 Kg/mês
	N <sub>2</sub> O	0,0003 Kg/mês
<b>TOTAL</b>		<b>2.361,59 Kg/mês</b>

## Propostas de Mitigação das Emissões

Uma das melhorias propostas refere-se ao planejamento na produção, reduzindo estoques desnecessários, utilizando-se menos freezers no armazenamento dos sorvetes, através da implantação do estoque de segurança. Segundo Facchini et al. (2019), estoques de segurança são quantidades necessárias armazenadas para atender à demanda em curto prazo, sem ocupar grandes espaços, buscando reduzir despesas. Da Silva (2020) ressalta a importância de se conhecer novas formas de usar os recursos buscando dar maior sustentabilidade aos processos.

Dentre as melhorias no planejamento da produção, está a redução da carga horária, que atualmente é de dois turnos de quatro horas com intervalo de duas horas para o almoço. A nova proposta passaria ter um único turno de seis horas, sem intervalo para almoço, com processo produtivo sem interrupção. Com a produção sem intervalo, o rendimento observado será o mesmo de dois turnos de quatro horas, havendo, portanto, adequação do horário, sem a necessidade da iluminação por lâmpadas elétricas pela indústria conforme defendem Dos Santos Barcella e Brambilla (2013) destacam a importância de desenvolver mecanismos mais eficientes de gestão energética.

As melhorias propostas na redução do consumo de energia baseiam-se na tabela 3 e estão detalhadas na tabela 9.

**Tabela 9.** Consumo de energia proposto no sistema produtivo.

Equipamento	Potência	Quantidade	Total (W)	H/Mês	Kw	Kwh/Mês
Produtora de sorvete trifásica	9 HP	1	6.750	60	6,75	405
Liquidificador industrial trifásico 100 l	2 HP	1	1.500	40	1,5	60
Torre de resfriamento	2 HP	1	1.500	60	1,5	90
Tina de maturação trifásica	1 HP	1	750	80	0,75	60
Freezer 500 l	190 W	6	1.140	500	1,14	570
Freezer 300 l	130 W	1	130	500	0,13	65
Geladeira 280 l	140 W	1	140	500	0,14	70
<b>TOTAL</b>			<b>11.910</b>	<b>1.740</b>	<b>11,91</b>	<b>1.320</b>

As melhorias propostas aplicam-se à redução no tempo da produção, redução de 10 para 6 freezers de 500 litros ligados para armazenamento dos sorvetes, redução de 2 para 1 freezer de 300 litros para armazenagem de matéria prima-fria, eliminação de um liquidificador de 25 litros, eliminação das máquinas de casquinha de sorvete com a terceirização da produção e/ou substituição por descartáveis apropriados.

Os resultados indicam, para uma significativa redução no consumo de energia elétrica na ordem de 33%, que esse fator é importante. Caibre et al. (2016) alertam para a importância da análise econômica

quando falamos em sustentabilidade do processo, porque este fator tem implicação direta com a viabilidade de implantação ou não das medidas de mitigação ambiental.

De acordo com orientações técnicas, os equipamentos que consomem energia elétrica, como é o caso dos freezers, não devem ser desligados quando desocupados por períodos inferiores a três dias. Esses equipamentos têm seus níveis de congelamento reduzidos, uma vez que o termostato faz o controle de tempo de funcionamento para manter a temperatura. A redução do consumo de energia elétrica induziu também à redução nas emissões de CO<sub>2</sub>, conforme se vê na tabela 10.

A tabela 10 apresenta os resultados na redução de CO<sub>2</sub>. Antes das melhorias propostas esse valor apresentado na Tabela 2, representava 1.507,965Kg/mês de CO<sub>2</sub>eq e 653,79 Kg/mês de CO<sub>2</sub>, totalizando uma emissão de 2.161,755 Kg/mês, o que equivale em 12 meses a 25.940,7 Kg de gases. Verifica-se também na Tabela 7 que o CO<sub>2</sub>eq foi reduzido para 965,25 Kg/mês e o CO<sub>2</sub> para 418,5 Kg/mês, apresentando valores bem menores com a nova proposta, que é de 1.383,75 kg/mês. Isso representa anualmente cerca de 16.605 Kg de emissões. Esses valores estão associados à redução no consumo de energia elétrica, quanto menor o consumo, menor a emissão de CO<sub>2</sub>.

**Tabela 10.** Melhoria na emissão de GEEs por equipamentos elétricos.

Equipamento	CO <sub>2</sub> eq (Kg)	CO <sub>2</sub> (Kg)	CH <sub>4</sub> (Kg)
Produtora de sorvete trifásica	289,575	125,55	5,4675
Liquidificador industrial trifásico 100 l	42,9	18,6	0,81
Torre de resfriamento	64,35	27,9	1,215
Tina de maturação trifásica	64,35	27,9	1,215
Freezer 500 l	407,55	176,7	7,695
Freezer 300 l	46,475	20,15	0,8775
Geladeira 280 l	50,05	21,70	0,945
<b>TOTAL</b>	<b>965,25</b>	<b>418,5</b>	<b>18,225</b>

O que se observa é que essa redução ocorreu em todos os equipamentos, em razão do planejamento da produção. Isso significa que serão deixados de emitir 9.389,06 Kg/ano de CO<sub>2</sub>, 36% a menos, valores equiparáveis à meta de redução no Brasil em razão de medidas aplicadas a fontes de energias renováveis.

## CONCLUSÕES

Este estudo de caso teve como objetivo mapear o processo produtivo de sorvete e utilizar a Pegada de Carbono como ferramenta da metodologia de Produção Mais Limpa para reduzir as emissões dos Gases de Efeito Estufas aumentando a sustentabilidade e eficiência do processo em uma indústria de pequeno porte do ramo de sorvetes.

Antes da intervenção o se tinha o montante de 1.507,965Kg/mês de CO<sub>2</sub>eq e após a proposta este passou para 965,25 Kg/mês CO<sub>2</sub>eq e quantidade de e 653,79 Kg/mês de CO<sub>2</sub> passou para 418,5 Kg/mês redução de emissões aproximada de 36 %.

Outro ganho observado com as medidas foi a redução do consumo de energia elétrica que passou de 2.109 kWh/mês para 1.320 kWh/mês uma redução na ordem de 37% um ganho significativo. Assim se observa melhora significativa da eficiência nos padrões de produção, eficácia em função das metas atingidas, melhorando os índices de produtividade e superando a qualidade em relação às expectativas por parte das pessoas envolvidas no processo de produção da indústria. É esperado que a aplicação das propostas apresentadas as melhorias e propostas medidas de mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> nesse estudo possam a contribuir significativamente para a indústria em estudo e demais interessados em aplicarem as medidas adotadas em outros segmentos.

## REFERÊNCIAS

- ASHFORD, N. A. 1994. **Government strategies and policies for cleaner production**. Paris: UNEP/IE, 36p.
- ABIS, Associação Brasileira das Indústrias e Setor de Sorvetes. 2020. ABIS - Mercado. Disponível em: <<http://abis.com.br/mercado>>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- AYALA-CHAUVIN, M. et al. 2021. Lifecycle assessment of electricity generation transition in Ecuador. In: Ayala-Chauvin, M., Samaniego-Ojeda, C., Riba, G., Maldonado-Correa, J. (Org.). **Innovations in Electrical and Electronic Engineering**. Singapore: Springer, p. 1-10.
- BIODIESELBR. 2006. Proálcool - Externalidades. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-externalidades>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- CAIBRE, D. I. et al. 2016. Análise da viabilidade econômica do processo de pirólise para tratamento de resíduos sólidos urbanos: Estudo de caso aplicado a uma cidade de médio porte. **Revista de Ciências Ambientais**, 10(2):67-8.
- COELHO JUNIOR, L. M.; DA COSTA MARTINS, K. L.; CARVALHO, M. 2019. Carbon footprint associated with firewood consumption in northeast Brazil: An analysis by the IPCC 2013 GWP 100y Criterion. **Waste and Biomass Valorization**, 10(10):2985-2993.
- DA SILVA, J. O. et al. 2020. Caracterização da cinza da casca de arroz visando aplicação na confecção de materiais alternativos para construção civil. **Revista de Ciências Ambientais**, 14(1):17-23.
- DE MIRANDA, G. R. et al. 2014. Avaliação das emissões de CO, NO, NOX e SO<sub>2</sub> provenientes da combustão, em motor monocilíndrico, de misturas de diesel e biodiesel de óleo de fritura. **Revista de Ciências Ambientais**, 7(2):33-43.
- DOS SANTOS BARCELLA, M.; BRAMBILLA, F. R. 2013. Energia eólica e os impactos socio-ambientais: estudo de caso em parque eólico do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, 6(2):05-18.
- FACCHINI, E.; DA SILVA, J. R.; LEITE, V. M. 2019. Curva ABC e estoque de segurança. **South American Development Society Journal**, 5(13):73.
- FEITOSA, A. K.; CORREA, M. V. 2016. Fatores impactantes na decisão de certificação da firma: algumas considerações para pequenas e médias empresas no Brasil. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, 4(13):255-267.
- FERNANDES, J. L. et al. 2016. A metodologia de produção mais limpa na gestão ambiental. **Projectus**, 1(1):18-23.
- FRANÇA, L. S. et al. 2019. Carbon footprint of Brazilian highway network. In: Muthu, S. (Org.). **Carbon Footprints**. Singapore: Springer, p. 79-100

GUEZURAGA, B.; ZAUNER, R.; PÖLZ, W. 2012. Life cycle assessment of two different 2 MW class wind turbines. **Renewable Energy**, 37(1):37-44.

IINAS . GEMIS - Global Emissions Model for Integrated Systems. **Version**, 4:95. Disponível em: <<https://ndcpartnership.org/toolbox/global-emission-model-integrated-systems-gemis#:~:text=The%20Global%20Emission%20Model%20for,well%20as%20on%20different%20technologies>> Acesso em: 20 mai. 2020.

IPCC, Intergovernmental Panel On Climate Change. 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MACCARTY, N. A.; BRYDEN, K. M. 2016. An integrated systems model for energy services in rural developing communities. **Energy**, 113:536-557.

MELQUIÁDES, T. F. et al. 2019. Pegada de carbono associada ao processo de pasteurização de sorvetes. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 12(2):609-629.

OLIVEIRA NETO, G. C. et al. 2017. Framework to overcome barriers in the implementation of cleaner production in small and medium-sized enterprises: multiple case studies in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 142:50-62.

STANIŠKIS, J. K. 2011. Water saving in industry by cleaner production. In: Coca-Prados, J., Gutiérrez-Cervelló, G. (Org.). **Water Purification and Management**. Dordrecht: Springer, p. 1-33

Submetido em: 20.05.2020

Aceito em: 28.03.2022